

**SISTEM KENDALI DAN MONITORING
TINGKAT KEKERUHAN AIR PADA BAK FILTRASI
SEBAGAI BAHAN BAKU AIR BERSIH**

SURYADI

P2700211408



**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI TEKNIK KOMPUTER, KENDALI DAN ELEKTRONIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

TESIS

SISTEM KENDALI DAN MONITORING TINGKAT KEKERUHAN AIR
PADA BAK FILTRASI SEBAGAI BAHAN BAKU AIR BERSIH

Disusun dan diajukan oleh :

SURYADI
Nomor Pokok P2700211408

telah dipertahankan di depan panitia ujian tesis
pada tanggal 19 Agustus 2013
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi penasehat.

Dr. Ir. Zulfajri B. Hasanuddin, M.Eng
Ketua

Dr. Ir. H. Rhiza S. Sadjad, MSEE
Anggota

Ketua Program Studi
Teknik Elektro,

Prof. Dr. Ir. H. Salama Manjang, MT

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Mursalin

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Suryadi
Nomor Mahasiswa : P2700211408
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 25 Juli 2013

Yang menyatakan

Suryadi

KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur hanya bagi ALLAH SWT yang telah melimpahkan Rahmad, Taufik dan Hidayah-Nya sehingga penyusunan tesis ini telah dapat diselesaikan

Ide yang melatar belakangi penelitian ini adalah bagaimana dapat memonitoring tingkat kekeruhan air sebagai sumber air bersih serta dapat mengendalikan valve pada bak filtrasi secara otomatis dari *setpoint* yang berasal dari sensor jarak ultrasonic dan *water flow sensor*.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan tesis ini. Namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tesis ini akhirnya dapat terselesaikan. Penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Zulfajri B. Hasanuddin, M.Eng, sebagai Ketua Komisi Penasehat. Atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari awal penyusunan proposal hingga selesainya penelitian ini.
2. Dr. Ir. H. Rhiza S. Sadjad, MSEE, sebagai Anggota Komisi Penasehat. Atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari awal penyusunan proposal hingga selesainya penelitian ini.
3. Prof. Dr. Ir. H. Salama Manjang, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

4. Dr. –Ing. Faizal Arya Samman, ST. MT, Dr. Adnan, ST.,MT, Dr. Eng. Syafaruddin, ST.,M.Eng sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan saran dalam perbaikan tesis ini.
5. Pimpinan PDAM Kota Makassar yang telah memberikan izin pengambilan data sebagai tempat penelitian.
6. Didimus Mote, SH. M.Si, H.J. Suripatty, ST. M.Si serta civitas Akademika Universitas Satya Wiyata Mandala Nabire yang telah memberikan izin untuk melanjutkan Studi Program Pascasarjana pada Universitas Hasanuddin Makassar.
7. Papa dan Mama beserta keluarga besar, yang tiada henti berdoa dan berharap akan keberhasilan penulis.
8. Terima Kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman Pascasarjana Teknik Elektro : Alimuddin, Nicodemus Rahanra, Bang Naga, Nanang, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini serta teman-teman Pascasarjana dari USWIM Nabire 2011 yang telah memberi motivasi.

Doaku kiranya ALLAH SWT juga memberkati setiap saudara/i yang sudah memberikan kontribusi sampai penelitian dan penulisan tesis ini bisa terselesaikan dengan baik.

Makassar,..... Juli 2013

P e n u l i s

ABSTRAK

SURYADI. *Sistem Kendali dan Monitoring Tingkat Kekeruhan Air pada Bak Filtrasi sebagai Bahan Baku Air Bersih* (dibimbing oleh Zulfajri B. Hasanuddin dan Rhiza S. Sadjad).

Penelitian ini bertujuan merancang suatu alat mikrokontroler yang dapat memonitoring tingkat kekeruhan air dan mengendalikan valve.

Sistem monitoring dan kendali sebagai objek penelitian ini terdiri atas tiga bak, yakni bak air baku, bak filtrasi, dan bak hasil filtrasi sebagai sampel penelitian. Sistem monitoring tingkat kekeruhan air sebagai bahan baku air bersih menggunakan metode perancangan sistem. Perancangan ini memiliki beberapa bagian umum, yaitu sensor LDR, sensor jarak ultrasonik, *water flow sensor*, laser pointer, elektronik valve *solenoid*, *arduino uno*, mikrokontroler ATmega 328, PC/leptop, *power supply*, *driver relay*, ULN 2003, kompresor udara. Sensor LDR akan mendeteksi adanya tingkat kekeruhan air, sedangkan yang mengatur cahaya untuk LDR adalah laser pointer. Mikrokontroler ATmega 328 yang tertanam pada *arduino* berfungsi sebagai tempat pemrosesan data dari sensor yang selanjutnya akan ditampilkan di layar PC/leptop. *Power supply* yang diperlukan berasal dari adaptor 12 Volt yang mendapat input dari tegangan jala-jala PLN. *Driver relay* ULN 2003 diperlukan untuk menggerakkan valve *solenoid*. Kompresor udara diperlukan untuk memberi tekanan udara pada saat pencuci pasir filtrasi. Perancangan miniatur sistem ini menggunakan bahasa pemrograman C dan *Borland Delphi 7* yang berfungsi sebagai *interface*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa data kekeruhan air layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih sesuai standar menteri kesehatan.

Kata kunci: Monitoring, Kendali, Sensor LDR, Sensor jarak ultrasonik, *Water flow sensor*, *Elektronic valve solenoid*.

ABSTRACT

SURYADI. *Control and Monitoing system of Water Turbidity Level on Filtration Tubs as Raw Material of Clean Water. (Supervised by Zulfajri B. Hasanuddin and Rhiza S. Sadjad).*

The aim of the research is to design a microcontroller which can monitor the level of water turbidity and control valve.

Monitoring system and reins as an object of this research consist of three basins, i.e. raw water basin, a tub of filtration, and a tub result of filtration as samples. Monitoring system of water turbidity as raw material of clean water uses a method design system. This design has some general parts such as LDR sensor, ultrasonic distance sensor, water flow sensor, and laser pointer. Electronic valve selenoid, arduino uno, microcontroller, ATmega 328, PC/Laptop, power supply, driver relay, ULN 2003, air ccompressor. LDR Sensor will detect water turbidity level. Menwhile the light for LDR is managed by laser printer. Microcontroller ATmega 328 in arduino function as a place of processing data from next sensor which will appear in PC/Laptop. Power supply needed comes from a 12 volt adaptor which gets electrical inputs from PLN net voltage. Driver relay ULN203 needed to move valve selenoid. A compressor is needed for air pressure when washing sand in filtration in designing a miniature system using language programming C and Borland Delphi 7 that function as interface.

The results of this research indicated that the data of water turbidity proper use for need of clean water based on standard of the health minister.

Keywords : *Control, LDR Sensor, Ultrasonic distance sensor, Water flow sensor, Electronic valve solenoid.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSRTACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Penyaringan atau Filtrasi	6
B. Sistem Mikrokontroler Arduino	7
C. Sensor Jarak Ultrasonik	11
D. Sensor Cahaya Fotoresistor	14

E. Water Flow Sensor	15
F. Electronic Solenoid Valve	16
G. Relay	17
H. ULN2003	19
I. Kompresor Udara	21
J. Perangkat Lunak	22
K. Kerangka Pikir	29
BAB III METODE PENELITIAN	31
A. Jenis Penelitian	31
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	31
C. Instrumen Penelitian	32
D. Teknik Pengumpulan Data	32
E. Roadmap Penelitian	33
F. Rancangan Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. PDAM Kota Makassar	34
B. Rancangan Perangkat Keras	40
1. Personal Computer / Leptop	40
2. Arduino Uno dengan ATmega328	41
3. Power Supply	42
4. Kabel USB	44
5. Laser pointer.	44
6. Model Miniature bak filtrasi	44

7. Volume air pada bak penampung	46
8. Desain penempatan sensor	46
9. Kompresor Udara	49
C. Rancangan Perangkat Lunak	50
1. Pemrograman mikrokontroler	50
2. Program Aplikasi pada Komputer	52
D. Langkah – langkah Pengujian	55
1. Setting Hardware dan Software	55
2. Pengujian Aplikasi	57
3. Hasil Pengujian	65
4. Pengukuran dan Verifikasi	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	71
A. Kesimpulan	71
B. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tampilan IDE Arduino	8
Gambar 2 Skematik Arduino Uno	10
Gambar 3 Sensor Jarak Ultrasonik	11
Gambar 4 Diagram Waktu Sensor Ping	12
Gambar 5 Jarak Ukur Sensor Ping	13
Gambar 6 Sensor Cahaya Fotoresistor	14
Gambar 7 Water Flow Sensor	15
Gambar 8 Elektronik Selenoid Valve	16
Gambar 9 Rangkain Relay	19
Gambar 10 Rangkaian ULN2003	19
Gambar 11 Kompresor Udara	21
Gambar 12 Tampilan Software Processing Arduino	28
Gambar 13 Bagan Kerangka Pikir	30
Gambar 14. Diagram proses penjernihan air PDAM Kota Makassar	35
Gambar 15. Desain Lokasi Penjernihan Air IPA I Ratulangi	36
Gambar 16. Bak Filtrasi pada IPA 1 Ratulangi	37
Gambar 17 Blok diagram model system	40
Gambar. 18 Rangkaian skematik Arduino Uno dengan sensor yang di bangun	41
Gambar 19 Rangkaian hardware yang dibangun	42
Gambar 20 Skematik Rangkaian Power Supply	42

Gambar 21. Model Miniatur Bak Filtrasi	45
Gambar 22. Penempatan Sensor Jarak Ultrasonik	46
Gambar 23. Diagram Blok Sistem Kendali Bak Filtrasi	51
Gambar 24. Flowcard Sistem Kendali yang ditanam ke dalam Uno	51
Gambar 25. Form Utama	53
Gambar 26. Setting Port.	54
Gambar 27. Form Open	54
Gambar 28. Form compiler pada arduino	56
Gambar 29. Grafik Tingkat Kekeruhan (NTU) dan Output LDR	63
Gambar 30. Form aplikasi proses monitoring data	65
Gambar 31. Proses mode 1 (valve 1 dan 4 high)	66
Gambar 32. Proses mode 0 (valve 2, 3, dan 5 high)	67
Gambar 33. Data log Arduino saat pencucian pasir filtrasi	68
Gambar 34. Tampilan monitoring pada PC/Leptop	69

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data sampel pengukuran pada konsumen air bersih	39
Tabel 2. Volume air pada bak miniature	46
Tabel 3. Sistem Kendali pada Valve	52
Tabel 4. Persentase error Sensor Jarak Ultrasonik	59
Tabel 5. Persentase error Debit Air	60
Tabel 6. Pengujian menggunakan sensor LDR	61
Tabel 7. Persentase error Sensor LDR	61
Tabel 8. Data IPA I Ratulangi	62
Tabel 9. Uji Set Point Water Flow Sensor dan Sensor Jarak Ultrasonik	64
Tabel 10. Data hasil pengujian parameter	70

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini, dimana air memegang peranan penting bagi kehidupan manusia, hewan, tumbuhan dan jasad-jasad lain. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Kehilangan air dapat mengakibatkan kematian yang diakibatkan oleh dehidrasi. Bagi kehidupan manusia air diperlukan untuk bermacam-macam kegiatan dalam rumah seperti minum, mandi, mencuci dan lain sebagainya, serta air juga diperlukan dalam pertanian, industri dan perikanan.

Pemakaian air bagi manusia terutama untuk keperluan setiap hari dalam rumah maka di perlukan air bersih. Karakter fisik yang terpenting yang memenuhi kualitas air menurut Dr. Ir. Suripin. M.Eng (2004) ditentukan oleh bahan padat keseluruhan yang terapung maupun yang terlarut, kekeruhan, warna, bau dan rasa, dan temperature (suhu) air sebaiknya dibawah suhu udara sedemikian rupa sehingga menimbulkan rasa nyaman, dan jumlah zat padat terlarut yang rendah.

PDAM Kota Makassar selaku salah satu penyedia air bersih masih menggunakan salah satu teknologi untuk penjernihan air yakni sistem penyaringan / filtrasi. Menurut Tri Joko (2010) Filtrasi adalah proses

penyaringan partikel secara fisik, kimia, dan biologi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak terendapkan di sedimentasi melalui media berpori. Dari proses sedimentasi, air akan di alirkan ke proses filtrasi / penyaringan melalui valve manual menggunakan pipa ulir yang di gerakkan oleh tenaga manusia. Air dari proses sedimentasi / pengendapan yang masuk ke proses filtrasi belum di ketahui tingkat kekeruhannya karena belum ada alat yang disediakan untuk mengukur tingkat kekeruhannya. Sedangkan air yang dihasilkan setelah proses filtrasi, diukur menggunakan Turbidimetri. Tetapi pengukuran tingkat kekeruhannya dilakukan dengan mengambil sampel air yang diuji di laboratorium. Untuk batas nilai tingkat kekeruhannya ditetapkan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492 / MENKES / PER / IV / 2010. Selain itu, pada bak penyaringan belum ada alat untuk memantau tingkat ketinggian air yang ada dalam bak penyaring.

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis bermaksud untuk merancang suatu sistem kendali dan monitoring tingkat kekeruhan air pada bak filtrasi sebagai bahan baku air bersih. Dimana sistem ini dipergunakan untuk mengetahui tingkat kekeruhannya. Dalam sistem tersebut diharapkan dapat memantau secara otomatis menggunakan mikrokontroler dengan masukan data yang berasal dari sensor. Aplikasi tersebut akan menghasilkan informasi melalui komputer sehingga pegawai atau user dengan mudah dapat memantau tingkat kekeruhan air setiap saat.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang suatu sistem monitoring tingkat kekeruhan air sebagai bahan baku air bersih terutama pada air yang mengalir dari proses sedimentasi ke proses filtrasi dan hasil proses filtrasi.
2. Bagaimana mengimplementasikan dalam bentuk alat prototipe.

C. Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan penelitian, sebagai berikut :

1. Perancangan sistem monitoring tingkat kekeruhan air sebagai bahan baku air bersih pada proses filtrasi / penyaringan.
2. Perancangan aplikasi software yang dapat menghubungkan antara komputer ke sistem mikrikontroler.
3. Sistem Kendali pada Valve.
4. Data tingkat kekeruhan air yang di sajikan sebagai hasil pengukuran.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu sistem monitoring tingkat kekeruhan air sebagai bahan baku air bersih menggunakan mikrokontroler arduino dengan menetapkan batasan tingkat kekeruhan, sehingga diharapkan dapat memberikan informasi kepada mikrokontroler tentang tingkat kekeruhan air yang di pantau melalui sensor.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Membantu user dalam mendapatkan informasi mengenai tingkat kekeruhan air melalui media komputer.
2. Memudahkan untuk mengukur tingkat kekeruhan air menggunakan alat mikrikonteroler.

F. Sistematika Penulisan.

Bab I Pendahuluan

Bab ini membahas mengenai Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai teori-teori penunjang yang berhubungan dengan sistem monitoring yang dibangun dalam penelitian.

Bab III Metode Penelitian

Bab ini membahas tentang jenis penelitian, waktu dan lokasi penelitian, instrument penelitian, teknik pengumpulan data, roadmap penelitian, rancangan penelitian, alur pikir penelitian, jadwal penelitian.

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang Rancangan perangkat keras, rancangan perangkat lunak, langkah – langkah pengujian.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini memuat kesimpulan dan saran terhadap hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penyaringan atau Filtrasi

Menurut Tri Joko (2010) filtrasi adalah proses penyaringan partikel secara fisik, kimia, dan biologi untuk memisahkan partikel yang tidak terendapkan di sedimentasi melalui media sedimentasi. Selama proses filtrasi, zat – zat pengotor dalam media penyaringan akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada pori-pori media sehingga kehilangan tekanan akan meningkat. Media yang sering digunakan adalah pasir, karena mudah di peroleh dan ekonomis. Selain pasir, media penyaringan lain yang dapat digunakan adalah karbon aktif, *atracite*, *coconut shell*, dan lain-lain. Diharapkan dengan penyaring akan dapat dihilangkan kekeruhan tersebut secara total atau dengan perkataan lain, sisa kekeruhan yang terkandung pada aliran keluar (*filtrate*) dari proses penyaringan adalah 0.00 mg/l.

Filtrasi diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau, dan Fe sehingga diperoleh air yang bersih memenuhi standar. Air yang keluar dari penyaringan biasanya sudah jernih dan proses tersebut merupakan proses akhir dari seluruh proses pengolahan dan penjernihan. Agar air yang jernih ini dapat sehat untuk dipakai sebagai air minum, harus diproses lebih lanjut dengan proses netralisasi dan desinfeksi, agar kuman-kuman penyakit yang

terkandung di dalamnya dapat dimusnahkan dan tidak dapat tumbuh kembali.

B. Sistem mikrokontroler Arduino.

Menurut Syahrul (2012) mikrokontroler adalah sebuah *general porpose device*, tetapi di fungsikan hanya untuk membaca data, melakukan kalkulasi terbatas pada data dan mengendalikan lingkungannya berdasarkan kalkulasi tersebut. Penggunaan utama mikrokontroler adalah untuk mengontrol operasi sebuah mesin yang menggunakan program yang tetap yang disimpan dalam ROM dan tidak berubah sepanjang umur sistem tersebut.

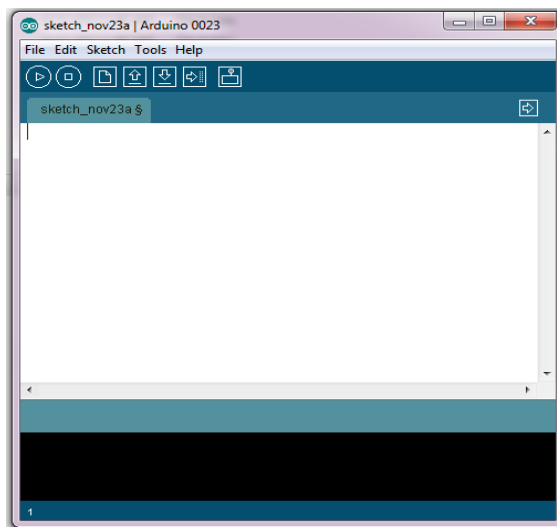
Dalam buku “*Getting Starter with Arduino*”, Arduino dituliskan sebagai sebuah platform komputasi fisik (*physical Computing*) yang *open source* pada board input output yang sederhana. Menurut Dian Artanto (2012) yang dimaksud dengan platform komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespons situasi dan kondisi yang ada didunia nyata.

Sedangkan dari situs resminya di www.arduino.cc, Arduino di definisikan sebagai sebuah platform elektronik yang open source, berbasis pada software dan hardware yang fleksibel dan mudah di gunakan, yang ditujukan untuk para seniman, desainer, hobbies dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang

interaktif. Nama Arduino di sini tidak hanya di pakai untuk menamai board rangkaian saja, tetapi juga untuk menamai bahasa dan software pemrogramannya, serta lingkungan pemrogramannya atau IDE-nya (*Integreted Development Environment*).

1. Lingkungan program Arduino.

Lingkungan program ini juga disebut *IDE*, atau *Integrated Develovment Environment*. Seperti telah di sebutkan di awal bahwa kelebihan Arduino adalah pada penggunaan *IDE*-nya yang mudah karena kesederhanaannya, seperti pada Gambar 1 berikut adalah tampilan *IDE* Arduino berikut ini .



Gambar 1 Tampilan IDE Arduino.

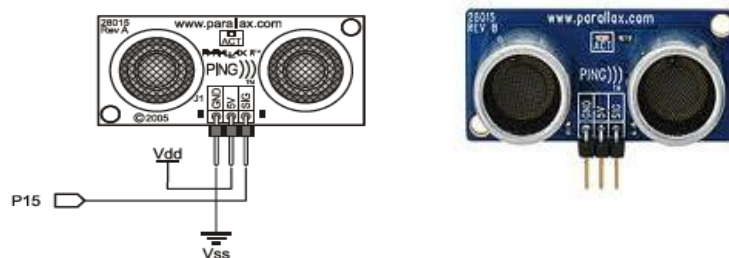
Tampak tujuh buah tombol pada toolbar, dengan fungsi masing – masing sebagai berikut .

No	Tombol	Nama	Fungsi
1		Verify	Menguji apakah ada kesalahan pada program atau sketch. Apakah sketch sudah benar, maka sketch tersebut akan di kompilasi. Kompilasi adalah mengubah kode program kedalam kode mesin.
2		Stop	Menghentikan proses kompilasi pada sketch
3		New	Membuat sketch yang baru
4		Open	Membuka sketch yang sudah ada
5		Save	Menyimpan sketch
6		Upload	Mengirimkan kode mesin hasil kompilasi ke board arduino
7		Serial Monitor	Menampilkan data yang dikirim dan diterima melalui komunikasi serial

C. Sensor Jarak Ultrasonik

PING))) - Sensor Pengukur Jarak Ultrasonic produksi Parallax. Sensor ini sangat mudah penggunaannya, dan hemat dalam penggunaan pin digital mikrokontroler. Sangat cocok untuk sejumlah aplikasi yang mengharuskan Anda untuk melakukan pengukuran antara objek bergerak atau diam. Tentu, aplikasi robotika sangat populer tetapi Anda juga bisa menggunakan produk ini untuk sistem keamanan atau sebagai pengganti inframerah jika diinginkan. Sensor jarak ultrasonik ping adalah sensor 40 khz produksi parallax yang banyak digunakan untuk aplikasi atau kontes robot cerdas. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5 v dan ground.

Gambar 3 berikut ini adalah Sensor jarak Ultrasonik (Ping sensor) :



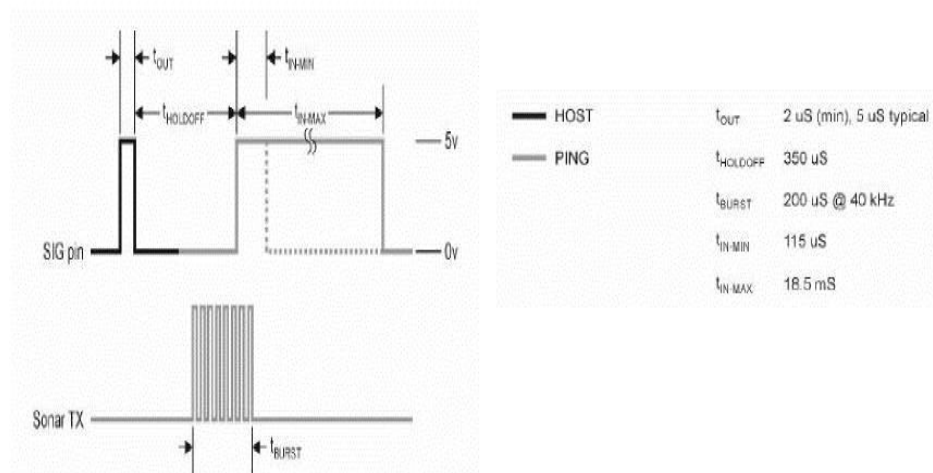
Gambar 3. Sensor Jarak Ultrasonik.^[21]

Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) selama $t = 200 \text{ us}$ kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan

gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroller pengendali (pulsa trigger dengan tout min 2 us).

Spesifikasi sensor ini :

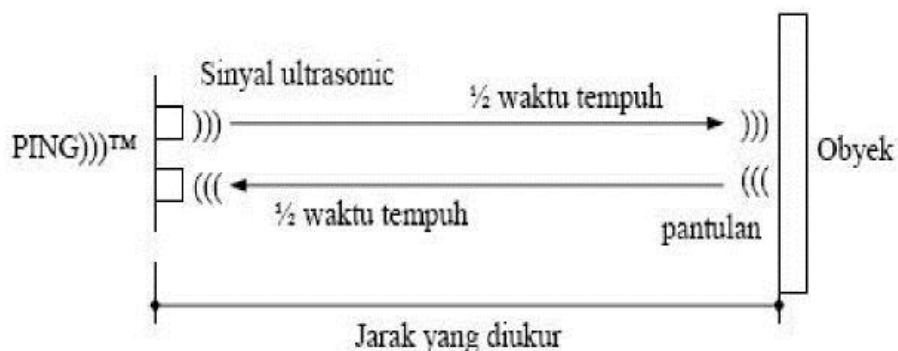
- a. *Power requirements* : +5 VDC
- b. *Communication* : Positive TTL pulse
- c. *Dimensions* : 0.81 x 1.8 x 0.6 in (22 x 46 x 16 mm)
- d. *Operating temp range* : +32 to +158 °F (0 to +70 °C)
- e. *Kisaran pengukuran* 3cm - 3m.
- f. *Input trigger –positive TTL pulse, 2uS min., 5uS tipikal.*
- g. *Echo hold off 750uS dari fall of trigger pulse.*
- h. *Delay before next measurement 200uS.*
- i. *Burst indicator LED menampilkan aktifitas sensor.*



Gambar 4. Diagram Waktu Sensor Ping

Sensor Ping mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama tBURST (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor Ping memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa *trigger* dengan tOUT min. 2 μ s). Gelombang ultrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai obyek dan memantul kembali ke sensor. Ping mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi Ping akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High (tIN) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan obyek. Maka jarak yang diukur adalah :

$$[(t_{IN} \text{ s} \times 344 \text{ m/s}) \div 2] \text{ meter} \dots \dots \dots (1)$$



Gambar 5. Jarak Ukur Sensor Ping

D. Sensor Cahaya Fotoresistor

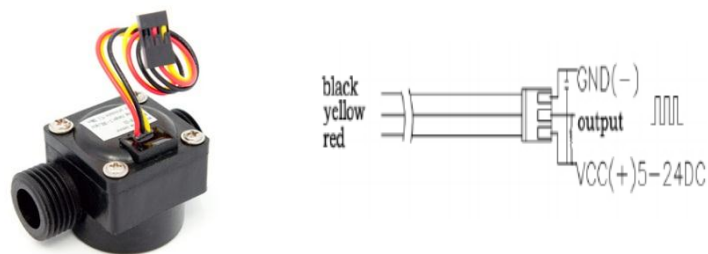
Foto resistor / LDR ialah jenis resistor yang berubah nilai tahannya apabila ia terkena cahaya. Komponen ini terbuat dari bahan yang dinamakan film kadmium sulfida. Foto resistor ini biasanya digunakan dalam suatu rangkaian pembagi potensial. Foto resistor ini banyak digunakan dalam suatu rangkaian alat pengebak pencuri, atau biasa digunakan dalam suatu rangkaian sebagai alat penghitung secara otomatis bagi pengunjung suatu pertunjukan pada malam hari dan alat ini biasanya dipasang pada pintu masuk. Gambar 6 berikut ini adalah sensor cahaya fotoresistor.



Gambar 6. Sensor Cahaya Fotoresistor ^[19]

E. Water Flow Sensor

Water flow sensor ini terdiri atas katup plastik, rotor air, dan sebuah sensor *hall-effect*. Ketika air mengalir melalui pipa dalam sensor ini, maka akan mengenai rotor, dan membuatnya berputar. Kecepatan putar rotor akan berubah ketika kecepatan aliran air berubah pula. Output dari sensor *hall-effect* akan sebanding dengan pulsa yang digenerate rotor.



Gambar 7. *Water Flow Sensor* ^[20]

Spesifikasi

<i>Working voltage</i>	: 5V-24V
<i>Maximum current</i>	: 15 mA(DC 5V)
<i>Weight</i>	: 43 g
<i>Flow rate range</i>	: 0.5~60 L/min
<i>Operating temperature</i>	: 0°C~80°
<i>Operating humidity</i>	: 35%~90%RH
<i>Operating pressure under</i>	: 1.75Mpa
<i>Store temperature</i>	: -25°C~+80°
<i>Store humidity</i>	: 25%~90%RH

F. Electronic Solenoid Valve

Katub solenoid listrik DC 12 Volt dengan dua kaki masukan dan keluaran memiliki port besar untuk project. Jenis katub ini digunakan untuk otomatisasi Valve, pengoprasian kran otomatis, air mancur, air minum dan lain lain.



Gambar 8. *Elektronik Selenoid Valve* ^[18]

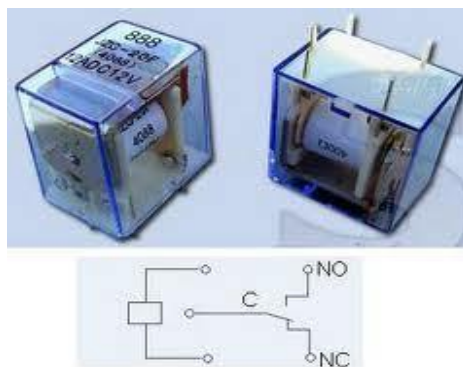
Spesifikasi:

<i>Working voltage</i>	<i>: DC12V</i>
<i>Maximum current</i>	<i>: 450 mA</i>
<i>Operating Mode</i>	<i>: Normally Closed</i> <i>(Valve opens when energized)</i>
<i>Inlet/Outlet Ports</i>	<i>: external diameter 3/4"(19mm)</i>
<i>Weight</i>	<i>: 103 g</i>
<i>Materials</i>	<i>: Nylon/ Stainless Steel/Polyoxymethylene</i>
<i>Value Type</i>	<i>: Diaphragm Valve (Servo operated)</i>
<i>Filter Screen</i>	<i>: Stainless Steel Inlet Filter</i>
<i>Suitable Media</i>	<i>: Water, Very Low Viscosity Fluids</i>
<i>Temperature Limitations</i>	<i>: Maximum Fluid Temperature 120°C</i>
<i>Valve Response Time</i>	<i>: Fast Acting</i>
<i>Pressure</i>	<i>: 0.02~0.8MPa</i>
<i>Estimated Valve Life</i>	<i>: More than 200,000 Cycles.</i>

G. Relay

Relay adalah alat yang di operasikan dengan listrik dan secara mekanis mengontrol penghubung rangkaian listrik, relay dioperasikan sebagai saklar (*switch*) yang bermanfaat untuk control jarak jauh. Relay akan bekerja jika ada masukan sinyal listrik berupa arus dan tegangan .

Pada relay terdapat dua bagian utama, yaitu koil dan kontak. Koil terdiri dari kumparan yang merupakan lilitan kawat tembaga, dimana kumparan tersebut akan dialiri arus listrik agar dapat menghasilkan medan magnet pada inti besi. Inti besi dan oil besi juga memiliki jangkar yang terbuat dari besi lunak yang digunakan untuk mengaktifkan kontak relay setelah tertarik pada inti besi. Relay dan bagian dalam relay di perlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Rangkain Relay

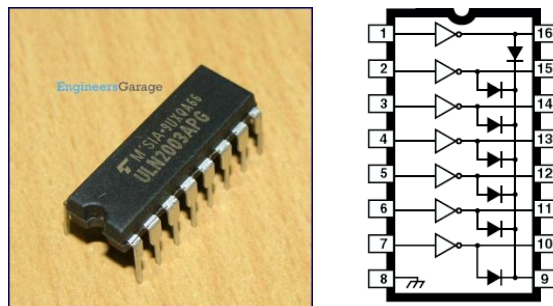
Sedangkan kontak yang merupakan saklar terdapat dua macam kondisi dari kontak tersebut, yaitu :

- a. *Normali Open (NO)*, yaitu kontak akan aktif pada saat koil di suplay tegangan.
- b. *Normaly Close (NC)*, yaitu kontak akan aktif pada saat koil tidak di suplay tegangan.

Pada komponen relay yaitu bagian koilnya di suplai tegangan, yang mana besar tegangan yang akan di suplai harus sesuai dengan tegangan yang dibatasi oleh koil relay. Maka arus akan mengalir pada kumparan, sehingga pada inti besi yang dililiti oleh kumparan akan timbul atau menghasilkan medan magnet, setelah inti besi bersifat magnetism aka jangkar akan tertarik ke inti besi sehingga akan mengaktifkan kontak relay Ada dua macam relay yaitu SPDT (*Single Pole Double Traw*) relay, dengan cara kerjanya yaitu ketika *switch* yang satu membuka yang lain menutup, sedangkan DPDT (*Double Pole Double Traw*) relay mempunyai dua pelat yang akan bergerak secara bersamaan ketika ada arus masuk pada relay tersebut.

H. ULN2003

Integrated Circuit (IC) ULN2003 adalah IC bertegangan tinggi, IC jenis ini dapat ditemukan dengan sangat mudah di toko-toko elektronik, IC ULN2003 memiliki 7 pasang kaki-kaki yang berfungsi sebagai masukan dan keluaran sinyal, satu kaki yang berfungsi sebagai *Ground*, dan satu kaki *Common*. IC ini dapat meningkatkan tegangan yang dikirimkan melalui *parallel port* yang hanya beberapa mA menjadi 500mA, sedangkan tegangan puncak yang mampu ditingkatkan oleh IC ULN2003a adalah 600mA. Rangkaian ULN2003 ditunjukkan pada Gambar 10 berikut :



Gambar 10. Rangkaian ULN 2003

IC ULN2003 sangat ideal untuk digunakan sebagai driver untuk mengendalikan gerakan Motor ataupun sebagai pemutus tegangan pada sistem tegangan yang masuk ke Valve Solenoid .

I. Kompresor Udara

Kompresor adalah mesin/alat untuk memampatkan udara atau gas. Secara umum biasanya mengisap udara, yang merupakan campuran beberapa gas dengan susunan 78% Nitrogen, 21% Oksigen dan 1% campuran Argon, Carbon Dioksida, Uap Air, Minyak, dan lainnya. Namun ada juga kompresor yang mengisap udara/gas dengan tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer dan biasa disebut *penguat (booster)*. Sebaliknya ada pula kompresor yang menghisap udara/gas bertekanan lebih rendah dari tekanan atmosfer dan biasanya disebut *pompa vakum*.

Fungsi kompresor adalah untuk menaikkan tekanan suatu gas. Tekanan gas dapat dinaikkan dengan mengurangi volumenya. Ketika volumenya dikurangi, tekanannya naik. Karena proses pemampatan, udara mempunyai tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara lingkungan (1atm). Dalam keseharian, kita sering memanfaatkan udara mampat baik secara langsung atau tidak langsung. Sebagai contoh, udara mampat yang digunakan untuk mengisi ban mobil atau sepeda motor, udara mampat untuk membersihkan bagian-bagian mesin yang kotor di bengkel-bengkel dan manfaat lain yang sering dijumpai sehari-hari.

Pada industri, penggunaan kompresor sangat penting, baik sebagai penghasil udara mampat atau sebagai satu kesatuan dari mesin-mesin.

Kompresor banyak dipakai untuk mesin pneumatik, sedangkan yang menjadi satu dengan mesin yaitu turbin gas, mesin pendingin dan lainnya.



Gambar 11. Kompresor Udara ^[22]

Detail Spesifikasi

<i>Power Input</i>	<i>: 750 Watt</i>
<i>Air Tank Capacity</i>	<i>: 6 Liters</i>
<i>Air Output</i>	<i>: 100 ltr/ min</i>
<i>Maximum Pressure</i>	<i>: 8 bar/ 116 Psi</i>
<i>Motor</i>	<i>: 3/ 4 HP</i>
<i>Speed</i>	<i>: 2.850 rpm</i>
<i>Cylinder Diameter</i>	<i>: 42 mm</i>
<i>Protection Switch</i>	<i>: No</i>
<i>Dimension (L x W x H)</i>	<i>: 45 x 21 x 48 cm</i>
<i>Product Guarantee</i>	<i>: 6 Months</i>

J. Perangkat Lunak

1. Bahasa Pemrograman C.

Menurut Iswanto (2011) Bahasa C adalah bahasa pemrograman yang dapat dikatakan berada di antara bahasa beraras rendah dan beraras tinggi. Bahasa beraras rendah artinya bahasa yang berorientasi pada mesin, sedangkan beraras tinggi berorientasi pada manusia. Bahasa beraras rendah misalnya bahasa assembler, ditulis dengan sandi yang hanya dimengerti oleh mesin sehingga hanya digunakan bagi yang memprogram mikrokontroler. Bahasa tinggi relative mudah digunakan karena ditulis dengan bahasa manusia sehingga mudah di mengerti dan tidak tergantung mesinnya. Bahasa beraras tinggi umumnya digunakan pada komputer. Pencipta bahasa C adalah Brian W. Kernighan dan Denis M. Ritchi sekitar 1972. Penulisan program dalam bahasa C dilakukan dengan membagi dalam blok – blok sehingga bahasa C disebut bahasa terstruktur.

Kelebihan dari Bahasa C adalah :

- a. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer
- b. Kode bahasa C sifatnya adalah portable dan fleksibel untuk semua jenis komputer.
- c. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata – kata kunci, hanya terdapat 32 kata kunci
- d. Proses executable program bahasa C lebih cepat

- e. Dukungan pustaka yang banyak.
- f. Bahasa C adalah bahasa yang terstruktur.
- g. Bahasa C termasuk bahasa tingkat menengah.

Penempatan ini hanya menegaskan bahwa pemrograman bahasa C bukan bahasa pemrograman yang berorientasi pada mesin. Yang merupakan ciri bahasa tingkat rendah, melainkan berorientasi pada obyek tetapi dapat diinterpretasikan oleh mesin dengan cepat, secepat bahasa mesin. Inilah salah satu kelebihan bahasa C yaitu memiliki kemudahan dalam menyusun programnya semudah bahasa tingkat tinggi namun dalam mengesekusi program secepat bahasa tingkat rendah.

Kekurangan Bahasa C

1. Banyaknya operator serta fleksibilitas penulisan program kadang-kadang membingungkan pemakai.
2. Bagi pemula pada umumnya akan kesulitan menggunakan pointer.

A. Mengkompilasi Program

Suatu *source* program bahasa C baru dapat dijalankan setelah melalui tahap kompilasi dan penggabungan. Tahap kompilasi dimaksudkan untuk memeriksa *source* program sesuai dengan kaidah-kaidah yang berlaku di dalam pemrograman bahasa C. Tahap kompilasi akan menghasilkan *relocatable object file*. File-file objek tersebut kemudian digabung dengan perpustakaan fungsi yang sesuai. untuk menghasilkan suatu *executable* program.

Shortcut yang digunakan untuk mengkompile

- ALT + F9 : dipakai untuk melakukan pengecekan jika ada error pada program yang telah kita buat.
- CTRL + F9 : dipakai untuk menjalankan program yang telah kita buat atau bisa juga dengan mengklik tombol *debug* pada tool bar.

B. Struktur Bahasa C

1. Header File

Adalah berkas yang berisi prototype fungsi. definisi konstanta dan definisi variable. Fungsi adalah kumpulan code C yang diberi nama dan ketika nama tersebut dipanggil maka kumpulan kode tersebut dijalankan.

2. *Preprosesor Directive (#include).*

Preprosesor directive adalah bagian yang berisi pengikutsertaan file atau berkas-berkas fungsi maupun pendefinisian konstanta.

3. *Void*

Artinya fungsi yang mengikutinya tidak memiliki nilai kembalian (*return*).

4. *Main ()*

Fungsi *main ()* adalah fungsi yang pertama kali dijalankan ketika program dieksekusi. tanpa fungsi *main* suatu program tidak dapat dieksekusi namun dapat dikompilasi.

5. *Statement*

Statement adalah instruksi atau perintah kepada suatu program ketika program itu dieksekusi untuk menjalankan suatu aksi. Setiap *statement* diakhiri dengan titik-koma (;).

C. Identifire

Identifier atau nama pengenalan adalah nama yang ditentukan sendiri oleh pemrogram yang digunakan untuk menyimpan nilai, misalnya nama variable, nama konstanta, nama suatu elemen (misalnya: nama fungsi, nama tipe data, dll). Identifier punya ketentuan sebagai berikut :

1. Maksimum 32 karakter (bila lebih dari 32 karakter maka yang diperhatikan hanya 32 karakter pertama saja).

2. *Case sensitive*: membedakan huruf besar dan huruf kecilnya.
3. Karakter pertama harus karakter atau *underscore* (_) .
selebihnya boleh angka.
4. Tidak boleh mengandung spasi atau *blank*.
5. Tidak boleh menggunakan kata yang sama dengan kata kunci
dan fungsi.

Variabel

Menurut Iswanto (2011) *Variabel* adalah suatu pengenal (*identifier*) yang digunakan untuk mewakili nilai tertentu dalam proses program. Berbeda dengan konstanta yang nilainya tetap, nilai variable dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan. Nama suatu variabel dapat ditentukan sendiri oleh pemrogram dengan aturan sebagai berikut :

- Terdiri atas gabungan huruf dan angka dengan karakter pertama harus huruf. Bahasa C bersifat *case-sensitive*, artinya huruf besar dan kecil di anggap berbeda.
- Tidak boleh mengandung spasi
- Tidak boleh mengandung simbol khusus, kecuali garis bawah (*underscore*). Simbol khusus yang tidak di perbolehkan antara lain : \$, ?, %, #, !, &, *, (,), -, +, dsb
- Panjangnya bebas, tetapi hanya 32 karakter pertama yang terpakai.

Konstanta

Konstanta adalah *identifier* yang nilainya tetap selama program berjalan/dieksekusi. Cara untuk mengubahnya hanya melalui *source* codenya saja seperti halnya variabel, konstanta juga memiliki tipe. Penulisan konstanta mempunyai aturan tersendiri, sesuai dengan tipe masing-masing.

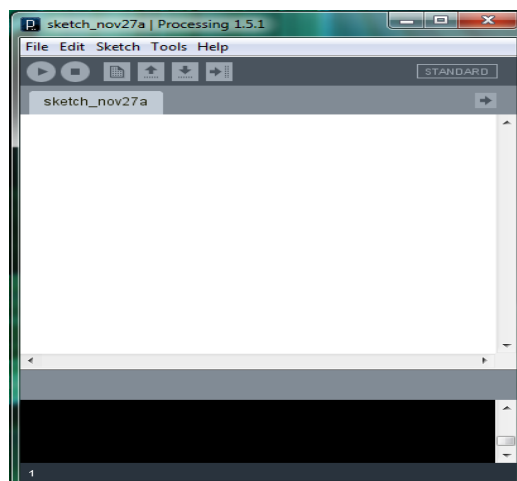
1. Konstanta karakter misalnya ditulis dengan diawali dan diakhiri dengan tanda petik tunggal.
2. Konstanta *integer* ditulis dengan tanda mengandung pemisah ribuan dan tidak mengandung bagian pecahan.
3. Konstanta real (*float* dan *double*) bisa mengandung pecahan (dengan tanda berupa titik) dan nilainya bisa ditulis dalam bentuk *eksponensial* (menggunakan tanda *e*).
4. Konstanta string merupakan deretan karakter yang diawali dan diakhiri dengan tanda petik-ganda ("").

D. Tipe Data

Tipe data merupakan bagian program yang paling penting karena mempengaruhi setiap instruksi yang akan dilaksanakan oleh komputer. Data merupakan suatu nilai yang bisa dinyatakan dalam bentuk konstanta atau variable. Konstanta menyatakan nilai yang tetap, sedangkan variable menyatakan nilai yang dapat di ubah-ubah selama eksekusi berlangsung. Pemilihan tipe data yang tepat akan membuat proses operasi data menjadi lebih efisien dan efektif.

2. Program Processing Arduino

Dari situs resminya <http://www.processing.org>: processing adalah bahasa pemrograman yang open source serta mudah di gunakan untuk semua kalangan dalam pengolahan gambar, animasi, dan interaksi. Program ini digunakan oleh kalangan mahasiswa, seniman, desainer, peneliti, para hobbyists, membuat prototype, dan produksi. Program tersebut juga digunakan untuk pemrograman komputer dalam konteks visual dan untuk melayani sebagai perangkat lunak alat sketchbook. Untuk produksi dikembangkan oleh para professional, seniman, desainer sebagai perangkat lunak alternative. Program processing ini di gunakan untuk menghubungkan antara Arduino ke komputer sesuai data yang diperoleh dari sensor. Gambar 12 adalah tampilan program processing Arduino.



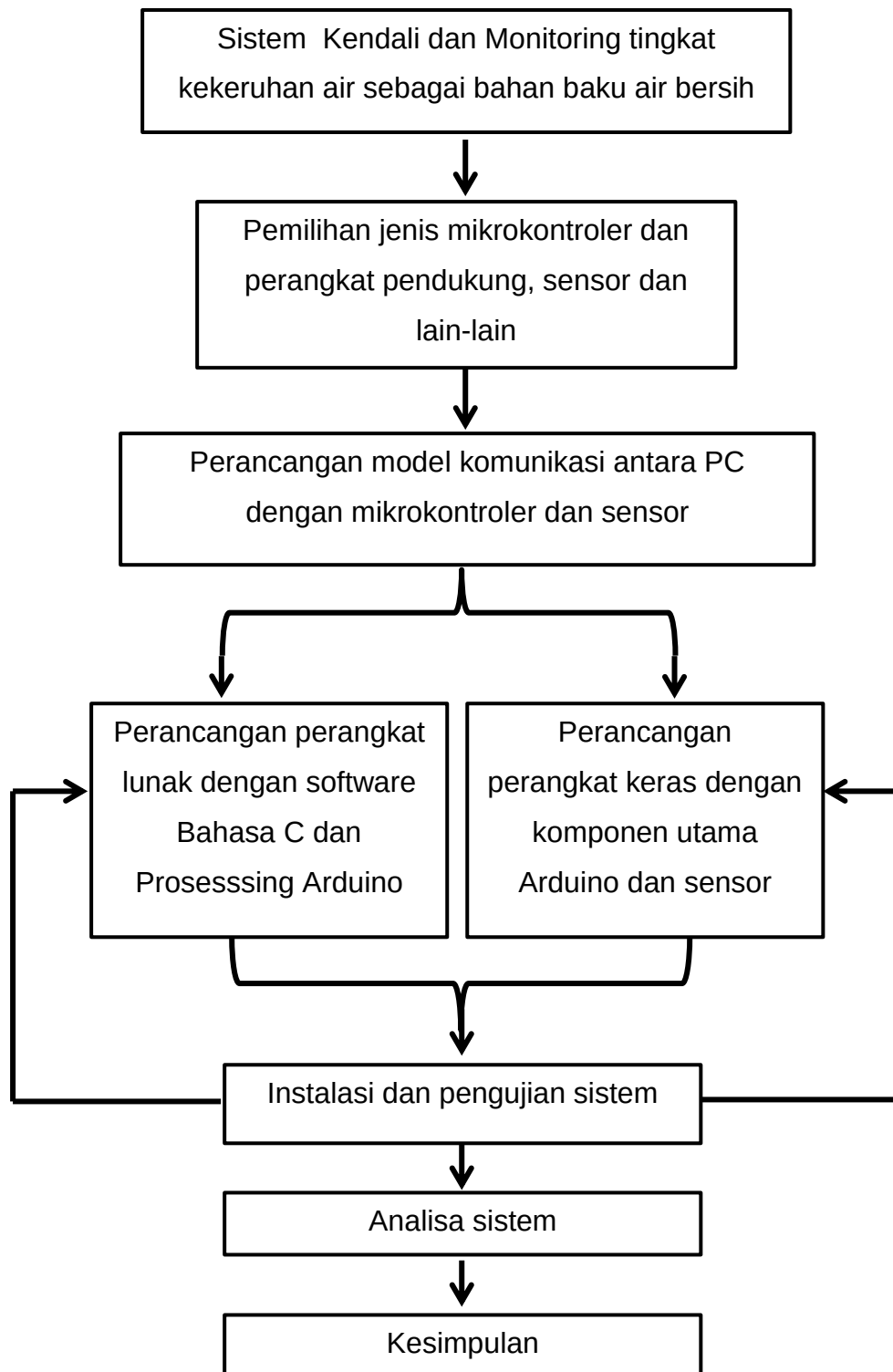
Gambar 12. Tampilan Software Processing Arduino.

K. Kerangka Pikir

Kerangka pikir penulisan penelitian sistem monitoring tingkat kekeruhan air sebagai bahan baku air bersih ini mempertimbangkan perancangan perangkat keras dengan memilih jenis mikrikontroler, jenis sensor dan beberapa komponen pendukung.

Untuk mengkomunikasikan PC atau laptop dengan mikrokontroler menggunakan bahasa tingkat tinggi (C language) melalui software Arduino. Tampilan program pada PC dengan platform sistem operasi windows XP atau windows 7, dirancang menggunakan program prosessing arduino. Mengintegrasikan secara keseluruhan sistem yang dibangun, baik hardware maupun software dengan sensor. Mengamati kerja sistem dan perubahan pada sistem. Membuat kesimpulan dari sistem yang dibangun.

Dari kerangka pikir di atas dapat disusun suatu bagan kerangka pikir seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Bagan Kerangka Pikir